

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-271900

(43)Date of publication of application : 19.10.1993

---

(51)Int.Cl. C23C 4/18  
C21D 7/06  
C21D 8/02  
C23C 10/28

---

(21)Application number : 04-064858

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 23.03.1992

(72)Inventor : KOBAYASHI HIROSHI  
TANAKA KAZUYUKI

---

## (54) HEATING AND PRESSURIZING METHOD OF THERMALLY SPRAYED FILM

### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the adhesiveness of a thermally sprayed film formed on the surface of the substrate of a metallic material and to remarkably reduce pores.

CONSTITUTION: Thermal spray formed on the surface of the substrate of a metallic material is heated to a temp. lower than the m.p. of the thermally spray film together with the substrate. In a state in which the heating temp. is not changed, shot peening by hard particles is executed to the thermally sprayed film, and by the heating and pressurizing force by the shot peening, the thermally sprayed film components are diffused into the substrate to increase its adhesion to crush pores. Moreover, as the hard particles, ceramics particles are used, which are flown and heated in a heating atmosphere of flame, plasma or the like, and at this flying rate, shot peening is executed.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-271900

(43)公開日 平成5年(1993)10月19日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C 2 3 C	4/18			
C 2 1 D	7/06	7412-4K		
	8/02	7412-4K		
C 2 3 C	10/28	7516-4K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21)出願番号	特願平4-64858	(71)出願人	000008208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
(22)出願日	平成4年(1992)3月23日	(72)発明者	小林 弘 名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱 重工業株式会社名古屋研究所内
		(72)発明者	田中 和幸 名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱 重工業株式会社名古屋機器製作所内
		(74)代理人	弁理士 坂間 暁 (外2名)

(54)【発明の名称】 溶射皮膜の加熱加圧方法

(57)【要約】

【目的】 金属材料基材表面に形成された溶射皮膜の密着力を高め、また気孔を大幅に減少させる。

【構成】 金属材料基材表面に形成された溶射皮膜を基材と共に溶射皮膜の溶融点により低い温度に加熱し、その温度が変化しない状態で溶射皮膜に硬質粒子のショットピーニングを行い、加熱とショットピーニングによる加圧力で溶射皮膜成分を基材に拡散させて密着力を高め、また気孔を押しつぶすようにした。また、硬質粒子をセラミックス粒子とし、これを火炎、プラズマ等の加熱雰囲気中を飛行させて加熱し、その飛行速度でショットピーニングを行うようにした。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属材料基材表面に形成された溶射皮膜を基材と共に溶射皮膜の溶融点より低い温度に加熱し、前記加熱された溶射皮膜の温度が変化しない状態で前記溶射皮膜に硬質粒子のショットピーニングを行うことを特徴とする溶射皮膜の加熱加圧方法。

【請求項2】 加熱雰囲気中を飛行させて溶融させずに加熱したセラミックス粒子をその飛行速度によって溶射皮膜表面に衝突させてショットピーニングを行うことを特徴とする請求項1に記載の溶射皮膜の加熱加圧方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表面改質や機能性皮膜として金属材料基材へ金属、サーメット系等を溶射した溶射皮膜を基材へ拡散させ密着力を向上させて、かつ溶射皮膜に残留する気孔を封孔するようにした溶射皮膜の加熱加圧方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】溶射皮膜は表面改質方法、機能性皮膜形成方法の一つとして多用されている。皮膜の形成は、金属材料、サーメット材料、セラミック材料、ガラス、プラスチック材料などの粉末、線材、棒材などを火炎アーク、プラズマ炎などを用いて溶融させ粒子状とし、これを火炎、アトマイズガス、圧縮空気などで飛行させたり、粉末材料を火炎やプラズマ炎中を飛行させ、溶射する材料を軟化や溶融させ基材へ衝突積層させ成膜することによって行われる。このため、基材への接合は投銭効果によって接合されているといわれている。

【0003】このようにして溶射されたまま（As spray）の皮膜の基材への密着強度は2～8 kgf/mm<sup>2</sup>程度であり、基材と皮膜間に拡散層の存在は認められない。また、基材への溶射粒子は軟化または溶融した粒子が積層された構造のため、粒子間の接合も弱く、なおかつ粒子間に空孔の存在が認められる。この空孔は溶射方式ならびに溶射材料・基材へ衝突する時の溶射材料の粒子径、溶射条件などにより異なっているが、一般的には2～8%程度の気孔が残留している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、溶射皮膜を表面改質や機能性皮膜に用いる場合、高面圧や高応力部で使用しようとする、皮膜と基材との密着力が弱く使用条件によっては溶射皮膜がはく離する。

【0005】一方溶射皮膜には空孔が多く、湿式環境で利用しようとする、この空孔へ液体が侵入し基材と皮膜間で腐食が発生し皮膜のはく離につながる。

【0006】本発明は、以上の問題点を解決することができる溶射皮膜の加熱加圧方法を提供しようとするものである。

## 【0007】

加圧方法は、次の手段を講じた。

(1) 金属材料基材表面に形成された溶射皮膜を基材と共に溶射皮膜の溶融点より低い温度に加熱し、前記加熱された溶射皮膜の温度が変化しない状態で前記溶射皮膜に硬質粒子のショットピーニングを行うことを特徴とする。

(2) 前記(1)の本発明において、加熱雰囲気中を飛行させて溶融させずに加熱したセラミックス粒子をその飛行速度によって溶射皮膜表面に衝突させてショットピーニングを行うようにしたことを特徴とする。

## 【0008】

【作用】本発明(1)では、金属材料基材表面に形成された金属、サーメット材料等の溶射皮膜を、基材と共に溶射皮膜の溶融点より低い温度に加熱する。この加熱された溶射皮膜の温度変化が起らない状態で、溶射皮膜に硬質粒子のショットピーニングが行なわれる。このように、溶射点より低い温度に加熱された状態の下で硬質粒子のショットピーニングによって溶射皮膜表面を均一に加圧することによって、加熱された溶射皮膜成分の基材への拡散が行われ、その密着力が高められる。また、熱軟化されている溶射皮膜に硬質粒子を衝突させることによって、溶射皮膜は塑性変形を起して加圧焼結され、これによって空孔が押しつぶされて高密度の皮膜が得られる。

【0009】このように、本発明(1)では、溶射皮膜成分を基材への拡散させてその密着力を高め、かつ、溶射皮膜内に残留している気孔をなくすることができる。

【0010】なお、本発明(1)における前記の加熱温度は基材の材質によっても異なるが、基材の材料が溶射皮膜材料より融点が高い場合は、溶射皮膜を溶融点以下の温度とし、かつ、できる限り高温とすることが好ましい。また、基材の溶融温度が溶射皮膜溶融温度より低い場合は基材の溶融温度より低い温度に加熱する。

【0011】また、前記硬質粒子としては、セラミックスの球状粒子、セラミックスの破砕粒子等を用いることができる。

【0012】本発明(2)においては、本発明(1)において硬質粒子をセラミックス粒子とし、これを火炎、プラズマ等の加熱雰囲気中を飛行させて溶融させずに加熱し、このセラミックス粒子の飛行速度によって溶射皮膜表面に衝突させてショットピーニングを行っている。従って、加熱雰囲気中の飛行速度を利用して効果的な溶射皮膜のショットピーニングを行うことができる。また、セラミックス粒子は加熱された上溶射皮膜に衝突することとなり、同溶射皮膜の温度の低下を阻止して一定温度が維持される。

## 【0013】

## 【実施例】

## 実施例1

i-17Cr-3, 3Fe-2, 8B残部Niの自溶性合金（固相線940℃）の溶射材粉末を、

(a) プラズマ溶射方法

(b) 粉末火炎溶射方法

(c) または高速火炎溶射方法

による通常の溶射工程により50×50mmの片面表面に厚さ0.3mmの溶射を行う。

【0014】その後溶射された軟鋼板を、電気加熱炉で900℃に加熱し全体が昇温したところで断熱レンガ上に固定した上、溶射皮膜表面を0.5～1.5mmの球状のアルミナビーズを、溶射性と同等な方法でプラズマ、粉末火炎または高速火炎の火炎中で溶融しないよう\*

\*に加熱しながら飛行させて溶射皮膜表面へアルミナビーズでショットピーニングを行ない皮膜表面を加圧する。この時の火炎等の温度は、溶射皮膜が加熱温度により冷却されない程度に予熱され、なおかつ溶射皮膜が溶融されないようにコントロールされる。

【0015】このようにして加熱しながら高温ショットピーニングした皮膜は表1に示すように、溶射したまま(AS spray)の皮膜に対して基材への拡散が行われ、また皮膜の気孔はショットピーニングにより押しつぶされ皮膜の気孔は大幅に減少している。

【0016】

【表1】

実施例1による溶射皮膜の特性

溶射方法 区分 項 目	プラズマ溶射方法		高速火炎溶射方法		粉末火炎溶射方法	
	AS.spray	本発明適用後	AS.spray	本発明適用後	AS.spray	本発明適用後
基材との拡散層 μm	なし	30	なし	50	なし	15
溶射皮膜内気孔 %	3～5	0.3 以下	2～3	0.3 以下	5～8	0.5 以下

【0017】実施例2

φ50×100<sup>1</sup>mmの軟鋼材丸棒を回転治具へ取りつけて、溶射材としてSUS316L材の粉末を用いた

(a) プラズマ溶射性

(b) 粉末火炎溶射法

(c) または線材を用いた溶線式火炎溶射法

によって、50×50mmの面へ片肉0.3mmを通常の溶射工程により両端20mmづつ残して溶射を行う。

【0018】このように溶射された軟鋼材丸棒に温度計を取りつけ、温度計の温度によりコントロールしながら直接通電法による加熱装置により回転しながら1000※

※℃まで加熱しこの温度を保持しながら、実施例1と同様に1～2mmの球状アルミナビーズを、プラズマ、粉末火炎または高速火炎の火炎中で溶融しないように加熱しながら火炎中を飛行させてアルミナビーズで溶射層表面を均一にショットピーニングして加圧する。

【0019】前記の皮膜について、冷却後基材と溶射皮膜拡散層と皮膜内の残留気孔を調査した結果を表2に示すが、基材への溶射皮膜成分の拡散層の形成が認められ、また皮膜内の残留気孔も大幅に減少している。

【0020】

【表2】

実施例2による溶射皮膜の特性

溶射方法 区分 項 目	プラズマ溶射方法		粉末火炎溶射方法		溶線式火炎溶射方法	
	AS.spray	本発明適用後	AS.spray	本発明適用後	AS.spray	本発明適用後
基材との拡散層 μm	なし	15～20	なし	5～8	なし	3～5
溶射皮膜内気孔 %	3～5	0.5 以下	5～8	1% 以下	5～8	1% 以下

【0021】実施例3

実施例2と同様の丸棒を用いて62Co-28Mo-2

両端20mmづつ残して0.3mm溶射を行う。溶射された丸棒を、回転装置で回転しながら酸素、アセチレン

0℃まで昇温させ、その後1～2mmのSiC球状粒子を火炎中で熔融しないように加熱しながら火炎中を飛行させ、加熱されたSiC粒子の飛行速度によって高温ショットピーニングを行なう。このショットピーニングが行われた丸棒の基材と皮膜には数 $\mu$ mの拡散層が形成され、溶射されたまま(Asspray)では8%の残留気孔であった皮膜の気孔が、0.5%程度に減少した。

【0022】

【発明の効果】以上の説明したように、従来、溶射皮膜 10

は、溶射したままでは基材と溶射皮膜成分の拡散が認められなかったが、本発明によれば基材と溶射皮膜成分間で加熱とショットピーニングによる加圧により皮膜密着力向上に寄与する拡散層の発生が生起し、かつ、皮膜の内部に発生している気孔がショットピーニングで押しつぶされ残留気孔を大幅に減少させることができる。従って、本発明によって、金属材料基材との密着力が大きく、残留気孔が大幅に減少した溶射皮膜を形成することができる。